

MIROŚŁAWA CHWIL, ELŻBIETA WERYSZKO-CHMIELEWSKA

**Charakterystyka kwiatów eszolcji kalifornijskiej
(*Eschscholzia californica* Cham.) wytwarzanych
w zależności od stężenia ołowiu w podłożu**

Characteristics of *Eschscholzia Californica* Cham. Flowers Produced Depending
on Lead Concentration in Medium

Ołów pobrany przez roślinę gromadzi się nie tylko w organach wegetatywnych, ale również w kwiatach (Sovljanski i wsp., 1990; Dragland, 1996) i nasionach (Sanchez i wsp., 1999). Obecność Pb może zmieniać pokrój kwiatów i zmniejszyć ich wartość dekoracyjną (Małaszkińska, 1960 cyt. za Szkolnikiem, 1980). W środowisku o zwiększonej zawartości Pb spotykano wzrost liczby kwiatów żeńskich u *Silene vulgaris* w wyniku zaburzonego rozwoju pręcików (Wierzbińska i Panufnik, 1998). Pyłek roślin rosnących przy ruchliwych ulicach zawiera pierwiastki toksyczne między innymi ołów (Jabłoński i wsp., 1995). Toksykant ten może hamować rozwój i kiełkowanie pyłku (Dueck i wsp., 1991).

Celem pracy było porównanie obfitości kwitnienia, długości życia i morfologii kwiatów *Eschscholzia californica* w obecności jonów Pb^{2+} . W poszczególnych obiektach z ołowiem analizowano wielkość płatków korony oraz elementów generatywnych kwiatów i ziarn pyłku.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie z eszalcją kalifornijską (*Eschscholzia californica* Cham.) odmiany Wisienka przeprowadzono w latach 2000-2001. Wazon o pojemności 2,5 dm³ napełniono piaskiem kwarcowym i zastosowano jednolite nawożenie mineralne (zgodnie z zaleceniami nawozowymi): NPK i Mg w postaci roztworu soli: $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, NH_4NO_3 , KNO_3 , KH_2PO_4 i $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. Do wazonów wprowadzono także odpowiednie ilości mikroelementów: Fe (jako cytrynian), B (w postaci H_3BO_3), Mn, Cu i Zn (w formie siarczanów) oraz śladowe ilości Mo i Co. Ołów stosowa-

no w postaci $PbCl_2$ w dawce: 0, 500 i 750 $mg \cdot kg^{-1}$ piasku. Ołów zastosowano po dwóch tygodniach od wschodów roślin. W jednym wazonie rośło 8 roślin. Doświadczenie przeprowadzono w trzech replikacjach. Eksperyment zakończono w okresie kwitnienia (po 14 tygodniach wzrostu) roślin. Przeprowadzono obserwacje rozchylania i zamykania się płatków korony. Policzono kwiaty na poszczególnych roślinach w każdym obiekcie badań. Pobrano elementy kwiatów: płatki korony, słupki z dnem kwiatowym i pręciki do analizy morfometrycznej i mikroskopowej. Pręciki i słupki mierzono w dziesięciu kwiatach z poszczególnych poziomów Pb. Pobrano i zmierzono 25-50 zalążków ze środkowej części zalążni (50-10 zalążków $\times$ 5 słupków) z kolejnych stężeń ołowiu. Wielkość pyłku określono mierząc długość osi biegunowej i średnicy równikowej dla 150 ziarn z każdego obiektu. Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji i przedziałów ufności Tukeya.

WYNIKI

Kwiaty roślin kontrolnych *Eschscholzia californica* zakwitły najwcześniej spośród badanych obiektów. Długość życia kwiatów u większości roślin z tej serii wynosiła cztery dni, a niekiedy pięć lub sześć dni. Czas rozchylania się płatków korony wynosił około 3 godziny i 20 minut. Korona miała kolor krwisto-czerwony z odcieniem purpurowym.

W obiektach z Pb średnio 62% roślin wykształciło kwiaty (kontrola 100%), które przy wyższej dawce Pb zakwitły z ośmiodniowym opóźnieniem. Ołów obecny w podłożu skracał czas rozchylania się kwiatów o około 10-95 minut, a także okres ich zamykania. Długość życia kwiatów zmniejszyła się o 1-2 dni. Rośliny *Eschscholzia californica* uprawiane w obecności toksykanta wytworzyły o 75-86% mniej kwiatów w porównaniu z kontrolnymi (tab. 1).

W pierwszym dniu kwitnienia kwiaty roślin uprawianych w obiektach z ołowiem charakteryzowały się intensywniejszym zabarwieniem płatków i silniejszym ich pofałdowaniem (harmonijkowym). Szerokość zmniejszyła się w większym stopniu niż ich długość (ryc. 1).

Dno kwiatowe *Eschscholzia californica* u roślin traktowanych ołowiem miało znacznie mniejszą średnicę niż u roślin kontrolnych (tab. 2).

Słupki kwiatów przy niższym stężeniu ołowiu nie różniły się wielkością od kontroli, natomiast przy wyższym stężeniu Pb ich długość stanowiła 87% długości słupka roślin kontrolnych. Zalążnie w obecności ołowiu również wykazywały zredukowaną długość 10 do 12%. Tworzyły się w nich zalążki o nieznacznie zmienionej długości, a przy niższej dawce Pb o zwiększonej szerokości z wyraźnie rozszerzonym woreczkiem zalążkowym (tab. 2).

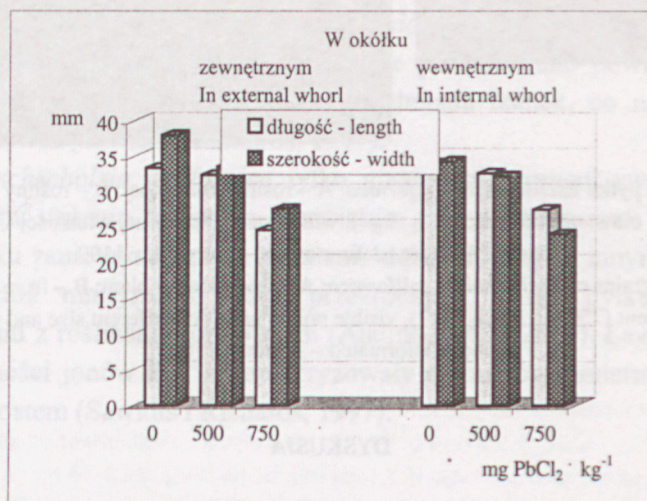
Badane rośliny przy zastosowanych stężeniach Pb tworzyły krótsze główki pręcikowe o 10 – 24%. Przy niższej dawce ołowiu pręciki wytwarzały większy pyłek, różniący się istotnie długością osi biegunowej od pyłku z pozostałych obiektów (tab. 1). Po traktowaniu wyższym stężeniem ołowiu część ziaren pyłku wykazywała zmiany dotyczące kształtu. Obserwowano wśród nich ziarna sterylne, zdeformowane (ryc. 2B).

Tab. 1. Wyniki obserwacji długości i obfitości kwitnienia oraz pomiarów ziarn pyłku *Eschscholzia californica* uprawianej w obecności różnych stężeń ołowiu w podłożu
Results of observation of length and abundances of flowering and pollen grain in *Eschscholzia californica* grown in presence of different lead concentrations in medium

Badana cecha Traits under study	Dawki PbCl ₂ (mg · kg ⁻¹) PbCl ₂ rates (mg · kg ⁻¹)			NIR LSD p=0,05
	0	500	750	
Liczba dni od wysiewu nasion do początku kwitnienia – number of days from seeding to beginning of flowering	24	16	13	-
Liczba roślin, które wykształciły kwiaty – number of plants which formed flowers (%)	100	67	56	-
Godziny otwierania się kwiatów – opening of flowers	6 ^{10-9³⁰}	8 ^{00-9³⁰}	7 ^{10-8⁵⁵}	-
Hours of zamykania się kwiatów – closing of flowers	12 ^{45*} 15 ^{00-18³⁰}	13 ^{55*} 15 ^{55-18¹⁰}	13 ^{30*} 16 ^{40-18³⁰}	-
Długość życia kwiatów (dni) Length of flower life (days)	4-6	3-4	3-4	-
Liczba kwiatów/rośl. Number of flowers per plant	11,13	2,80	1,60	2,00
Wielkość ziaren P – długość osi biegunowej polar axis length (μm)	33,59	34,56	33,46	1,00
pyłku E – długość średnicy równikowej equatorial diameter length (μm)	35,91	36,22	35,53	Nie ist. n.s.
Pollen grains size P/E	0,94	0,95	0,94	-

* – Początek zamykania się płatków korony w dni pochmurne

The beginning of closing of corona petals on cloudy days

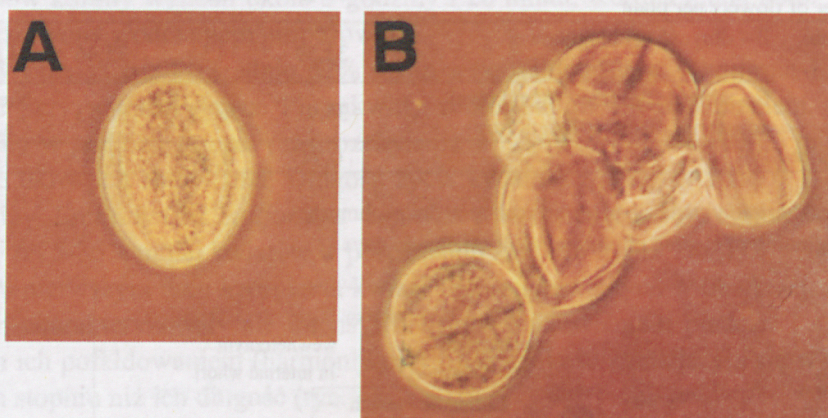


Ryc. 1. Wielkość płatków korony *Eschscholzia californica* uprawianej w obecności różnych stężeń ołowiu w podłożu
Size of *Eschscholzia californica* corona petals cultivated in the presence of different lead concentrated in medium

Tab. 2. Wymiary dna kwiatowego i elementów generatywnych kwiatów *Eschscholzia californica* uprawianej w obecności różnych stężeń ołowiu w podłożu

Measurements of floral disc and generative elements of flowers in *Eschscholzia californica* cultivated in the presence of different lead concentrations in medium

Badana cecha Traits under study	Dawki PbCl ₂ (mg · kg ⁻¹) PbCl ₂ rates (mg · kg ⁻¹)		
	0	500	750
Szerokość dna kwiatowego – width of floral receptacle (mm)	6,30	5,30	4,80
Długość słupka – length of pistil (mm)	9,84	9,70	8,60
Długość zalążni – length of ovary (mm)	6,23	5,70	5,50
Długość zalążka – length of embryo (μm)	439,84	445,97	449,44
Szerokość zalążka – width of embryo (μm)	283,69	312,78	274,61
Szerokość woreczka zalążkowego – width of embryo sac (μm)	175,95	213,19	164,57
Długość główki pręcikowej – length of stamen head (mm)	6,70	6,00	5,09



Fot. 1. Ziarna pyłku *Eschscholzia californica*: A – rośliny kontrolnej; B – rośliny traktowanej ołowiem (750 mg PbCl₂ · kg⁻¹), widoczne ziarna różnej wielkości i kształtu, niektóre zdeformowane – sterylne, x 1100

Pollen grains of *Eschscholzia californica*: A – from control plant; B – from plant after Pb treatment (750 mg PbCl₂ · kg⁻¹), visible pollen grains of different size and form, some of them deformed – sterile, x 1100

DYSKUSJA

Przeprowadzone wyniki obserwacji dotyczące obfitości kwitnienia *Eschscholzia californica* są zbliżone do reakcji *Mimulus guttatus* (Samecka-Cymerman i Kempers, 1999) oraz *Potentilla anserina*, u której tylko 50% roślin wytworzyło kwiaty (Saikkonen i wsp., 1998). Natomiast u *Silene vulgaris* po-

chodzącej z hałd galmanowych zawierających Pb zaobserwowano większą liczbę kwiatów o 13% niż u roślin kontrolnych (Wierzbicka i Panufnik, 1998).

Po traktowaniu roślin *Eschscholzia californica* ołowiem kwiaty pojawiały się o 8 dni później niż w kontroli. W zależności od stężenia ołowiu w podłożu w literaturze odnotowano przyspieszony proces kwitnienia roślin *Silene* nawet o dwa tygodnie (Wierzbicka i Panufnik, 1998), zaś inne rośliny *Potentilla* charakteryzowały się opóźnionym tworzeniem i rozkwitaniem kwiatów (Saikonen i wsp., 1998). Według Bessonowa (1993) opóźnienie kwitnienia i ograniczenie jego obfitości w obecności Pb u kilku gatunków roślin wiąże się z redukcją zawartości cytokinin i giberelin oraz cukrów w merystemie wierzchołkowej, co może być jedną z przyczyn trudności przeorganizowania wierzchołka wzrostu pędu do wytworzenia zawiązków kwiatowych. Rozregulowanie gospodarki hormonalnej zaburza prawidłowy rozwój poszczególnych elementów kwiatu. Wiadomo, że auksyny powodują niedorozwój pręcikowia, a gibereliny stymulują jego rozwój. Natomiast tworzenie słupkowia przyspieszają auksyny i cytokiny (Kopcewicz i Lewak, 1998), co wyjaśnia jedną z przyczyn nadmiernego tworzenia kwiatów żeńskich (Wierzbicka i Panufnik, 1998) lub męskich (Alaimo i wsp., 2000) u roślin uprawianych w obecności metali ciężkich.

Kwiaty *Eschscholzia californica* pod wpływem Pb otwierały się później. Podobną reakcję opóźnienia rozchylania się płatków korony obserwował Roychowdhury i wsp. (1995). Skrócenie okresu życia kwiatów *Eschscholzia* wynika zapewne z dość wysokiej dawki Pb w podłożu. Niskie stężenia metali ciężkich opóźniały starzenie się płatków korony *Psidium*, zaś wyższe przyspieszały (Kumar i Sanjiv-Kumar, 1992). Silniejsze pofałdowanie powierzchni tych części kwiatów może być wynikiem odwodnienia tkanek, co następuje pod wpływem ołowiu (Sawidis i Richards, 1997).

Pylek *Eschscholzia californica* tylko nieznacznie zmienił swoją wielkość przy niższym stężeniu badanego pierwiastka. Dane literaturowe donoszą, że w środowisku zanieczyszczonym metalami ciężkimi, między innymi Pb, spotykano znacznie mniejsze i mniej przezroczyste ziarna pyłku *Eucaliptus* w porównaniu z roślinami kontrolnymi (Alaimo i wsp., 2000). Łagiewki pyłkowe w obecności jonów Pb^{+2} charakteryzowały się nierównomiernym i ograniczonym wzrostem (Sawidis i Richards, 1997).

WNIOSKI

1. Wprowadzenie ołowiu do podłoża powodowało opóźnienie kwitnienia, redukcję wielkości i liczby kwiatów (o 75 – 86%) oraz skrócenie ich życia.

2. Przy niższej dawce ołowiu ($500 \text{ mg PbCl}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$) stwierdzono występowanie pyłku o większych rozmiarach niż w kontroli.

PIŚMIENNICTWO

- Alaimo M. G., Lipani B., Lombardo M. G., Orecchio S., Turano M., Melati M. R., 2000. The mapping of stress in the predominant plants in the city Palermo by lead dosage. *Aerobiologia*. 16: 47-54.
- Bessonova V. P., 1993. Effect of environmental pollution with heavy metals on hormonal and trophic factors in buds of shrub plants. *Rus. J. Ecol.* 24, 2: 91-95
- Dragland S., 1996. Content of cadmium and lead in chamomile (*Chamomilla recutita* L.) and feverfew (*Tanacetum parthenium* L.) grown in different parts of Norway. *Norsk Landbruksforskning*. 10, 3-4: 181-188
- Dueck T.A., Rozema J., Verkleij J. A. C., 1991. Air pollution and reproductive processes in natural plant species. *Ecological responses to environmental stresses*. *Tasks Veg. Sci.* 22: 200-207
- Kopcewicz J., Lewak L., 1998. *Fizjologia roślin*. PWN, Warszawa.
- Kumar S., Sanjiv-Kumar, 1992. Biochemical effects of Cd, Ni and Zn on dark-induced petal senescence. *Plant Physiol. Biochem.* 19, 1: 19-22
- Jabłoński B., Kotłowski Z., Marcinkowski J., Rybak-Chmielewska H., Szczesna T., Warakomska Z., 1995. Zawartość metali ciężkich Pb, Cd i Cu w nektarze, miodzie pyłku pochodzącym z roślin rosnących przy szlakach komunikacyjnych. *Pszczel. Zesz. Nauk.* 2: 129-144.
- Roychowdhury N., Sarkar S., Fjeld T., Stromme E., 1995. Influence of chemicals on vase life of gladiolus. *Acta Hort.* 405: 389-391
- Saikkonen K., Koivunen S., Vuorisalo T., Mutikainen P., 1998. Interactive effects of pollination and heavy metals on resource allocation in *Potentilla anserina* L. *Ecology*, 79, 5: 1620-1629.
- Samecka-Cymerman A., Kempers A. J., 1999. Bioindication of heavy metals by *Mimulus guttatus* from the Czeska Struga stream in the Karkonosze mountains, Poland. *Bull. Environ. Toxicol.* 63: 65-72.
- Sanchez P.G., Fernandez L. P., Trejo L. T., Alcantar G. G., Cruz J. D., Papadopoulos A. P., 1999. Heavy metal accumulation in beans and its impact on growth and yield under soilless culture. *Acta Hort.* 481: 617-623
- Sawidis T., Richards K. W., 1997. Accumulation and effects of heavy metals in *Lilium pollen*. *Acta Hort.* 437: 153-158;
- Sovljanski R., Lazic S., Macko V., Obradovic S., 1990. Heavy metal content in medicinal and spice plants cultivated in Yugoslavia. *Herba Hung.* 29, 3: 59-63
- Szkolnik M., 1980. *Mikroelementy w życiu roślin*. PWRiL, Warszawa.
- Wierzbicka M., Panufnik D. 1998. The adaptation of *Silene vulgaris* to growth on a calamine waste heap (S. Poland). *Environm. Pollut.* 101: 415-426.

SUMMARY

Influence of different lead rates (0, 500, 750 mg $\text{PbCl}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ sand) on flowering of *Eschscholzia californica* Cham. of Wisienka cv was studied in a pot experiment. Observations of flowering abundance and flower life length were made. Size of corona petals and flower and pollen grain generative elements was analyzed. Plants cultivated in the presence of lead produced by 75-86% fewer flowers, which flowered at higher Pb rate with a 8-day delay. Life length of flowers was reduced by 1-2 days. Corona petals in objects with lead were characterized by smaller size. They showed more intensive color and surface folding. Length of *Eschscholzia* flower style formed in the presence of higher Pb rate was 87% of that for the control. Ovary size changed slightly. In the objects treated with Pb, shorter stamen heads occurred. No differences referring to pollen grains were observed.

Oddziaływanie ołowiu na cechy morfologiczne kwiatów

Sinapis alba L. i *Glycine max* (L.) Merr.

Influence of Lead on Morphological Character of *Sinapis Alba* L.
and *Glycine Max* (L.) Merr. Flowers

Nieliczne prace dotyczą wpływu ołowiu na organy generatywne roślin. Dotychczas stwierdzono translokację niewielkich ilości Pb do części nadziemnych (Michalski i Wierzbicka, 1997). Duża grupa roślin pytkodajnych na części generatywne odkryła, na których nasadza się zanieczyszczenia powietrza. Konopacka i wsp. (1993) wykazały, że zawartość ołowiu w słupkach pyłku może przebiegać dopuszczalne normy. Badanie pyłku ma duże znaczenie w ocenie stopnia zanieczyszczenia środowiska (Lipńska i Zalczyński, 1989). Wiadomo, że ołów w podłożu ołów zakłada pobieranie przez korzenie roślinnych składników pokarmowych (Burzyński, 1991; Kabata-Pendias i Pendias, 1991; Jasiłowicz, 1996). W warunkach nieprawidłowego odżywiania roślin może powstać pyłek słaby, niefunkcjonalny (Jasiłowicz i wsp., 1992).

Badania przeprowadzone w celu podważenia tezy o morfologii kwiatów i o sam pyłku gorczycy różnej oraz na wywołanej pod wpływem stosowanych dawek ołowiu.

MATERIAL I METODA

Przeprowadzono krzyżowe doświadczenia wodorowo-organicznych białek (*Sinapis alba* L.) odm. 'Boronia' i soja (*Glycine max* (L.) Merr.) odm. 'Polna'. Rośliny rosły w ławie wysiewowej w plastikowych donicach zawierających 7,5 kg gleby. Zastosowano następujące dawki ołowiu: 0, 500, 750 mg $\text{PbCl}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Zawartość N - 150 mg, P - 122 mg, K - 150 mg, Mg - 41 mg w postaci ro-